

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 1994/95

April 1995

ZSE 415/3 - Ilmu Fizik Moden IV

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab KESEMUA LIMA soalan.

Kesemuanya wajib dijawab dalam Bahasa Malaysia.

1. Suatu osilator harmonik mudah dalam 1-D mempunyai jisim m dan frekuensi sudut ω .

- (a) Hitungkan tenaga keadaan asas dan eigenfungsi keadaan asas u_0 dengan menggunakan cara operator ciptaan a^+ dan operator musnah-habisan a .

(20 markah)

- (b) Hitungkan eigenfungsi u_1 bagi paras tenaga teruja pertama. Diberikan bahawa eigenfungsi u_n bagi keadaan teruja n adalah

$$u_n = \frac{1}{\sqrt{n!}} (a^+)^n u_0$$

(20 markah)

- (c) Buktikan bahawa

$$a u_n = \sqrt{n} u_{n-1}$$

(30 markah)

- (d) Huraikan dua contoh penggunaan model osilator harmonik mudah dalam sistem-sistem fizik.

(30 markah)

...2/-

2. (a) Suatu sistem mempunyai operator momentum sudut J . Jika m adalah eigennilai bagi J_z dan $j(j+1)$ adalah eigennilai J^2 dengan eigenvektor $|jm\rangle$, buktikan bahawa

$$J_+ |jm\rangle = \sqrt{(j-m)(j+m+1)} |j, m+1\rangle$$

di mana $J_+ = J_x + iJ_y$.

(40 markah)

- (b) Suatu zarah mempunyai spin $s = \frac{3}{2}$ dan momentum sudut orbital l . Apakah nilai-nilai nombor kuantum bagi momentum sudut jumlah?

(30 markah)

- (c) Dalam koordinat sfera, komponen L_z bagi operator momentum sudut orbital diberikan oleh $L_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \phi}$. Terangkan sebabnya nombor kuantum l bagi momentum sudut orbital mestilah suatu integer positif.

(30 markah)

3. (a) Terangkan perbezaan dalam penggunaan teori usikan yang tak bersandar pada masa dan teori usikan yang bersandar pada masa.

(10 markah)

- (b) Jelaskan makna

(i) kebarangkalian peralihan.

(ii) penghampiran dwikutub elektrik dalam teori saling tindakan atom hidrogenik dengan medan elektromagnet.

(40 markah)

- (c) Dengan mengkajikan elemen-elemen matriks dwikutub elektrik $\langle j|e_x|i\rangle$, $\langle j|e_y|i\rangle$ dari $\langle j|e_z|i\rangle$, tunjukkan bahawa peraturan pilihan bagi m adalah

$$\Delta m = 0, \pm 1.$$

...3/-

Di sini, e adalah cas bagi elektron, (x,y,z) adalah koordinat Cartesian bagi elektron, $|i\rangle$ adalah keadaan asas bagi atom dan $|j\rangle$ adalah keadaan akhir bagi atom. Nyatakan peraturan pilihan bagi ℓ dan n .

(50 markah)

4. Huraikan makna (a) pancaran spontan, (b) pancaran teraruh dan (c) penyerapan apabila suatu atom bersaling tindak dengan sinaran elektromagnet.

(30 markah)

Terbitkan suatu formula bagi nisbah kadar pancaran teraruh dan kadar pancaran spontan menurut teori Einstein.

(70 markah)

5. Tulis nota ringkas bagi tiap-tiap topik yang berikut:

(a) Operator adjoin. (25 markah)

(b) Campuran momentum sudut dalam mekanik kuantum. (25 markah)

(c) Penggunaan kaedah variasi. (25 markah)

(d) Kesan Paschen-Back. (25 markah)